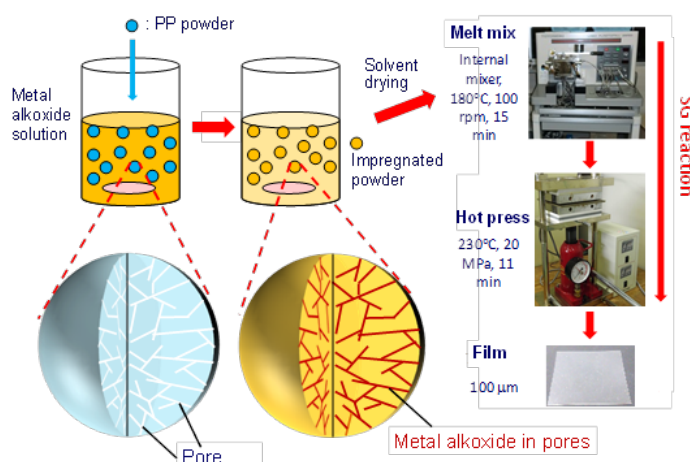


Title	含浸法を利用したポリプロピレンナノコンポジット中への無機ネットワーク構造の合成
Author(s)	金子, 慧
Citation	
Issue Date	2016-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/13527
Rights	
Description	Supervisor:寺野 稔, マテリアルサイエンス研究科, 博士

氏 名	金 子 慧
学 位 の 種 類	博士(マテリアルサイエンス)
学 位 記 番 号	博材第 391 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 28 年 3 月 24 日
論 文 題 目	Synthesis of Inorganic Network Structure in Polypropylene Nanocomposite Prepared by Impregnation Method (含浸法を利用したポリプロピレンナノコンポジット中への無機ネットワーク構造の合成)
論 文 審 査 委 員	主査 寺野 稔 北陸先端科学技術大学院大学 教授 山口 政之 同 教授 金子 達雄 同 准教授 谷池 俊明 同 准教授 新田 晃平 金沢大学 教授

論文の内容の要旨

Polypropylene (PP) is one of the most widely used polyolefin due to good mechanical properties, high processability, low environmental load and high chemical resistance. PP-based nanocomposites have attracted particularly large expectation owing to its high demand in the market. However, it is difficult to achieve good dispersion of polar fillers in the nonpolar PP matrix. Method for overcoming this problem is addition of compatibilizer such as maleic anhydride grafted PP, organic modification filler surface, and using in-situ sol gel method.



In this research is to develop a more versatile strategy for the large-scale fabrication of nanosized metal oxide networks in the PP matrix. We use impregnation method for the pretreatment. It considered that precursor dissolved in a solvent impregnate for polymer and can prepare PP/common ceramics nanocomposites.

In this study, PP/metal oxide nanocomposites were prepared through the impregnation of PP amorphous part with metal alkoxide and subsequent sol-gel reaction. A new approach for preparing better PP nanocomposites is to apply the sol-gel technique. We tried to impregnation and sol-gel reaction of metal alkoxide in porosity of PP reactor powder, which have a large number of pores derived by the structure of the catalyst. It leads to the formation of an inorganic network throughout the polymer

matrix. It was attempted to develop more versatile strategy for the large-scale fabrication of nanosized metal oxide network in the PP matrix. In chapter2, the metal oxide particle was prepared with the impregnation time of 9 h makes homogenously dispersed and formed small aggregates in the matrix. It was suggested that long time of impregnation method impregnate the precursor into pores of PP powder surface. It considered that long period of time reach the impregnation equilibrium.

In chapter 3, PP/Al₂O₃ nanocomposites was prepared using impregnation method, where a precursor dissolved in solvent was impregnated into pores of PP reactor powder prior to sol-gel reaction. Thermal conductivity may be achieved by introducing a network structure of Al₂O₃ within polymer matrix. The thermal conductivity was improved by the method, owing to the formation of Al₂O₃ filler network. Further, combination of impregnation and sol-gel methods with nanoparticle was found to be quite effective for achieving the high thermal conductivity of PP nanocomposites.

Novel design of metal oxide network in polypropylene using sol-gel method using impregnation method achieved and the development is expected to expand both academic and industrial area.

Key Words: Polypropylene, Nanocomposite, Sol-gel method, Impregnation, Network structure

論文審査の結果の要旨

汎用樹脂として最も多く用いられているポリプロピレン（PP）は、その製造コストの低さに加えて、優れた力学的性質、易成形加工性、軽量といった様々な特長を有していることから、日用品から最先端の自動車材料まで極めて幅広い用途で使用されており、今後も生産量が増加し続けると予想されている。そのためには、より高性能な PP 系材料の開発が不可欠であり、それを達成する手法の一つとして PP の無機物質との複合化が挙げられる。特に、PP 中にナノフィラーを添加してナノコンポジット化し、さらにそのフィラーがネットワーク構造を形成した場合、劇的な力学的性質の向上や機能性の付与が期待できる。

しかし、汎用性ポリマーであるポリプロピレン（PP）の場合、フィラーと PP の親和性の問題から両者の相互作用が乏しく、かつフィラーが著しく凝集するためネットワーク構造の構築が困難であった。

そこで本研究では、Ziegler-Natta 触媒により合成した PP パウダーの細孔中に金属アルコキシドを含浸させた後、溶融混練時の熱によってゾルゲル反応を進行させる方法を新たに考案した。この方法を用いると PP パウダー中に多数存在する細孔中へ金属アルコキシドを含浸させることで低フィラー添加量での細孔由来のネットワーク構造を直接的に形成することができると期待される。

この方法を用いて Al₂O₃を PP 中で合成し、直接ナノコンポジット化を行なったところ、約 2.7 wt%という少量の Al₂O₃量でネットワークを形成できることが明らかになった。15 nm の Al₂O₃ナノ粒子を混練した場合にネットワークの構築には 5 wt%以上の含有量が必要であったこ

とから、重合粉末への含浸を用いゾル - ゲル反応と組み合わせた本手法は、ネットワーク構造を含有する新たなナノコンポジット調製法として非常に効率的な方法であることがわかった。さらに、含浸ゾル - ゲル法と粒子の混練を組み合わせた場合、更に高い熱伝導率を得ることができた。

また、本手法を前駆体として Ti アルコキシドを用いる系に応用した。本研究において開発された含浸ゾル - ゲル法をゾル - ゲル反応と組み合わせるという手法を用いて調製したものは、TiO₂ ナノ粒子を混練したものと比較して、可視光領域での透明性が高く、紫外光領域において顕著な光吸収特性を示した。これは、従来その開発が望まれていた紫外線吸収透明 PP の調製に道を開くものとして今後の発展が大いに期待される。

以上のように PP パウダーの細孔中への金属アルコキシドの含浸とゾル - ゲル反応を組み合わせるという新たに開発された手法を用いることで、PP が本来持たない機能を付与させた高機能性 PP 系材料の開発に成功した。

これらの知見は、最も広く用いられている汎用樹脂である PP の高性能化に関して非常に重要な指針を与えたものであり、博士（マテリアルサイエンス）の学位論文として十分価値あるものと認めた。